

UTILIZAÇÃO DE DADOS ANALÓGICOS DO LANDSAT-TM NA DISCRIMINAÇÃO DA VEGETAÇÃO DE PARTE DA SUB-REGIÃO DA NHECOLÂNDIA NO PANTANAL¹

MYRIAN DE MOURA ABDON², JOÃO DOS SANTOS VILA DA SILVA³, VALI JOANA POTT⁴,
ARNILDO POTT⁵ e MARTA PEREIRA DA SILVA⁶

RESUMO - Objetivou-se discriminar, a partir de dados analógicos do satélite Landsat-TM, as fitofisionomias de parte da sub-região da Nhecolândia, a fim de auxiliar o manejo pecuário e da vida silvestre. A área caracteriza-se por apresentar variações na densidade da vegetação, na composição florística e na umidade do solo. Utilizou-se imagem na escala de 1:50.000, obtida no período de seca (21/10/90). O método utilizado constou de interpretação visual da imagem Landsat. Selecionaram-se pontos com diferentes tipos de vegetação, em campo e nas imagens com auxílio do Sistema de Posicionamento Global (GPS). Em doze pontos efetuaram-se o levantamento da composição florística e a caracterização estrutural das formações arbóreas. Gerou-se uma carta de vegetação na escala de 1:50.000, em que se encontram diferenciadas as seguintes fitofisionomias: 1) Cerradão; 2) Cerrado ou Cerrado denso; 3) Cerrado aberto; 4) Campo com manchas de cerrado; 5) Campo; 6) Vazante com caapões de mata; 7) Vegetação aquática/arbustiva. Os produtos espacializados foram armazenados no Sistema de Informações Geográficas (SGI). Os resultados demonstraram ser bastante adequados para diferenciar os diversos tipos de cobertura vegetal presentes na região e fornecer importantes subsídios para caracterização e manejo das grandes propriedades rurais, bem como da vida silvestre.

Termos para indexação: mapeamento de vegetação, sensoriamento remoto.

UTILIZATION OF ANALOGIC DATA OF LANDSAT-TM ON SCREENING VEGETATION OF PART OF THE NHECOLÂNDIA SUBREGION OF THE BRAZILIAN PANTANAL

ABSTRACT - The objective of this work was to discriminate the phytophysionomies of part of the Nhecolândia subregion in the Brazilian Pantanal, through analogic data of Landsat-TM, aiming at assist management of cattle and wildlife. This area of wetland is characterized by variations in vegetation density, floristic composition and soil moisture. Satellite image 1:50,000 obtained during the dry season (Oct. 21, 1990) was used. The method was visual interpretation of Landsat image. Sites with different vegetation types were selected. Ground truthing was done on these points on the images, using Global Positioning System (GPS). A 1:50,000 vegetation chart was generated, distinguishing the following phytophysionomies: 1) "Cerradão" woodland; 2) "Cerrado" savanna or dense "cerrado" savanna; 3) Open "cerrado" savanna; 4) Grassland with "cerrado" patches; 5) Grassland; 6) Channel grassland with gallery forest islets; 7) Aquatic vegetation and shrubs. The spacialized products were stored in a Geographic Information System (GIS). The results demonstrated to be sufficiently adequate to distinguish the various vegetation types present in the region, giving important fundaments for characterization and management of the large rural properties, as well as of wildlife.

Index terms: vegetation mapping, remote sensing, geographic information system.

¹ Aceito para publicação em 12 de fevereiro de 1998.

² Bióloga, M.Sc., Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE/DSR), Av. dos Astronautas, 1758, Caixa Postal 515, CEP 12201-970 São José do Campos, SP. myrian@ltd.inpe.br

³ Matemático, M. Sc., Embrapa-Centro de Pesquisa Agropecuária do Pantanal (CPAP), Rua 21 de Setembro, 1880, Caixa Postal 109, CEP 79320-900 Corumbá, MS.

⁴ Bióloga, M.Sc., Embrapa-CPAP.

⁵ Eng. Agr., Ph.D., Embrapa-CPAP.

⁶ Zootecnista, M.Sc., Embrapa-CPAP.

INTRODUÇÃO

A vegetação da bacia do Alto Paraguai (BAP), onde está localizado o Pantanal, é originada da convergência de quatro grandes províncias fitogeográficas: Floresta Amazônica, Cerrado, Chaco e Floresta Atlântica (Eiten, 1972; Superintendência do Desenvolvimento da Região Centro-Oeste, 1979; Adámoli, 1982).

A planície pantaneira é formada por terrenos quaternários aluviais em altitudes abaixo de 200 m (Brasil, 1982b), conhecidos regionalmente como campos de vazante, caapões e cordilheiras, dependendo da sua posição topográfica, onde a vegetação dominante estabelecida nesses locais está incluída na região de savana (Cerrado), com formações que variam de cerrado a campo.

No Pantanal, a economia principal é a pecuária bovina, de forma extensiva, baseada em pastagens naturais. Áreas como a sub-região do Paiaguás e a sub-região da Nhecolândia (que possui 56% de campo e 37% de áreas florestadas) respondem por 50% da produção bovina pantaneira (Silva & Mauro, 1996). Uma das sub-regiões de maior importância para a fauna e a pecuária é a Nhecolândia, localizada na bacia do rio Taquari. Seus limites são determinados ao norte pelo rio Taquari, ao sul pelo rio Negro, a leste pelo planalto de Maracaju e a oeste pelos rios Paraguai e Taquari (Fig.1).

Estudos de avaliação das relações de diferentes tipos de vegetação com índices zootécnicos estão sendo desenvolvidos na Embrapa-Centro de Pesquisa Agropecuária do Pantanal (CPAP). A identificação e o dimensionamento das áreas de pastagens naturais e áreas associadas a ela são, portanto, de muita importância para o manejo, assim como a identificação de alteração e perda dos ambientes naturais nesta região. Outro estudo realizado recentemente também na Embrapa-CPAP, com imagens do satélite Landsat-TM obtidas em 1991, mostrou que o desmatamento na planície atingiu cerca de 543.773 ha, ou 3,9% da área.

A vegetação é um importante indicador das condições ambientais de uma região, tanto no que se refere à proteção do solo, quanto na definição de habitats de animais silvestres. O conhecimento detalhado e confiável dos tipos de vegetação fornece subsídios para o manejo de recursos naturais.

O primeiro trabalho voltado ao mapeamento da vegetação realizado na BAP foi executado por Superintendência de Desenvolvimento da Região Centro-Oeste (1979) e gerou um mapa na escala de 1:1.000.000.

Brasil (1982a, 1982b, 1982c), quando do mapeamento sistemático da vegetação brasileira, através do projeto RADAMBRASIL, efetuou o mapeamento das três folhas ao milionésimo que compõem o Pantanal. Adotou-se o sistema fisionômico-ecológico para a classificação da vegetação, proposto por Brasil (1980).

Mato Grosso do Sul (1989), adotando o mesmo sistema de classificação utilizado pelo RADAMBRASIL, efetuou o mapeamento do Estado do Mato Grosso do Sul na escala de 1:250.000, incluindo o Pantanal desse Estado.

Ponzoni & Hernandez Filho (1988), com a utilização de dados de sensoriamento remoto no Pantanal, realizaram um trabalho no Parque Nacional do Pantanal Mato-grossense para caracterização da vegetação.

Relevante trabalho de levantamento fitossociológico na região de estudo foi realizado por Ratter et al. (1988) em áreas de mata semidecídua, cerrado e cerrado na Fazenda Nhumirim, sub-região da Nhecolândia.

A Embrapa-CPAP, mediante financiamento do PNUD, via Ministério do Meio Ambiente e SEMADES-MS, efetuou o mapeamento da vegetação da bacia do Alto Paraguai, na escala de 1:250.000, como parte do Plano de Conservação da Bacia do Alto Paraguai/PCBAP (Pott et al., 1997).

Nos mapeamentos obtidos até então, é dado insuficiente detalhamento da vegetação, para que se possa utilizar em propriedade rural do Pantanal.

Este trabalho tem por objetivo discriminar fitofisionomias em parte da sub-região da Nhecolândia a partir de dados analógicos do satélite Landsat-TM, na escala de 1:50.000, a fim de auxiliar no manejo pecuário e da vida silvestre.

MATERIAL E MÉTODOS

A área de estudo selecionada para este trabalho localiza-se na sub-região da Nhecolândia, no Pantanal brasileiro (Fig. 1). Possui 832 km² e é representativa dessa sub-região. Delimita-se pelas latitudes 18°52'54"S e 19°07'07"S e pelas longitudes 56°30'28"W e 56°48'48"W. Caracteriza-se por apresentar extensas áreas de campo, vazantes, baías e salinas contornadas por vegetação do tipo campo, cerrado e cerrado. O solo é altamente arenoso (mais de 90% de areia). Em torno de 70% das chuvas

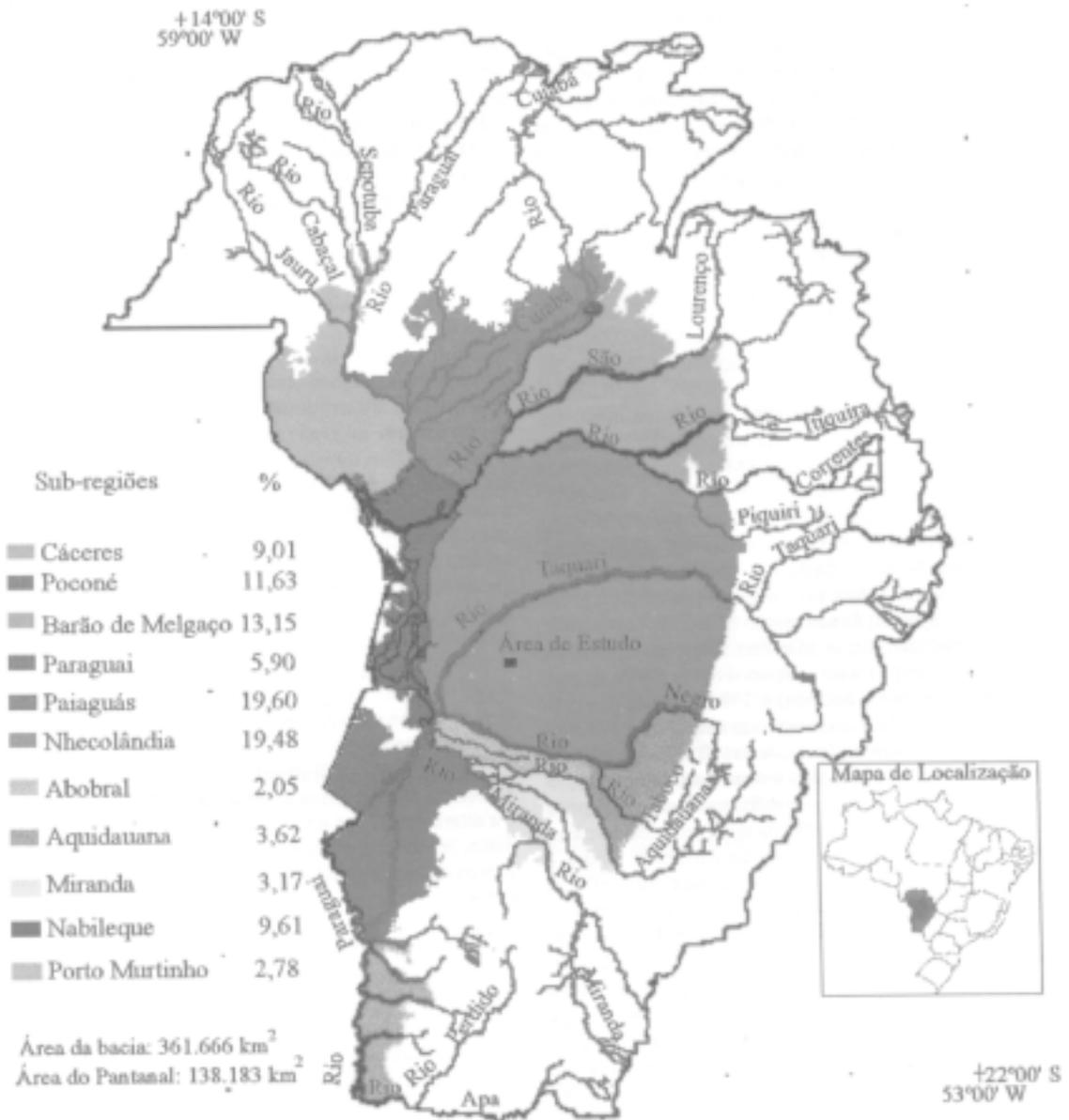


FIG. 1. Localização da área de estudo.
 Fonte: adaptado de Silva & Abdon (1998).

ocorre no período de outubro/março e o restante, no período de abril/setembro, coincidindo com a época de cheia e a época de seca, respectivamente. A área pode ser alagada tanto por chuva como por transbordamento fluvial. O rio Capivari ou Riozinho e a vazante do Corixão são os principais cursos d'água existentes na área, embora sejam intermitentes em grande parte do ano. O rio Capivari é responsável pelo alagamento de extensas áreas de campo, e parte das áreas de vazante deste rio apresenta-se com numerosos caapões de mata. O Corixão localiza-se a noroeste da área de estudo, e próximo a ele, observam-se grandes áreas ocupadas por cerrado aberto. A área mapeada cobre parte das fazendas Nhumirim, Porto Alegre, Ipanema, Chatelodo, Robertinho, Alegria e Campo Dora.

As bases cartográficas utilizadas neste trabalho foram obtidas das folhas SE-21-Z-A-IV (Porto Rolon) e SE-21-Z-C-I (Nhecolândia), na escala de 1:100.000, e da projeção UTM. Estas foram inseridas no Sistema de Informações Geográficas (SGI/INPE), ampliadas e impressas na escala de 1:50.000, para serem utilizadas como base na interpretação da imagem. Utilizou-se a imagem analógica do Landsat-TM na composição das bandas 3, 4 e 5 associadas ao azul, verde e vermelho, respectivamente, datada de 21 de outubro de 1990, período de seca, referente à órbita 226, ponto 73, quadrante C, subquadrante B, na escala de 1:50.000.

Pontos localizados no campo pelo GPS (Global Positioning System) de navegação permitiram identificar e separar, nas imagens, as diferentes fitofisionomias. Dois trabalhos de campo foram realizados nos períodos de seca de 1993 (setembro e outubro) e 1994 (novembro), para reconhecimento das fitofisionomias mapeadas na área de estudo, para coleta de material florístico e para caracterização estrutural dos temas. Esta caracterização constituiu-se nas medidas de diâmetro à altura do peito (DAP), altura total, dimensão da copa (em dois sentidos ortogonais), posição sociológica (inferior, média e superior), qualidade do fuste (bom, médio e ruim) e forma da copa. Estes dados foram coletados em 12 parcelas de 5 x 20 m. Elaboraram-se diagramas de perfil vertical dos dosséis arbóreos e da projeção das copas, com o objetivo de ilustrar as diferenças estruturais entre eles. Esta classificação florística e estrutural foi importante para a definição da legenda final, bem como para a caracterização dos temas mapeados. Realizou-se um sobrevôo em agosto de 1993 na área de estudo, onde fotografaram-se obliquamente as diferentes fitofisionomias. Estas fotos foram utilizadas como verdade terrestre, sendo possível a localização, na imagem, dos pontos fotografados.

A interpretação visual da composição Landsat-TM foi realizada na escala de 1:50.000, com base em elementos de imagens, tais como cor, forma, textura e localização,

adaptada dos trabalhos de Ponzoni & Hernandez Filho (1988) e Mato Grosso do Sul (1989). Nesta interpretação, identificou-se uma legenda preliminar de vegetação, composta pelos temas conhecidos regionalmente de 1) cerradão; 2) cerrado ou cerrado denso; 3) cerrado aberto, onde, dependendo do local, alternava-se a dominância de cerrado ou de campo; 4) regiões de campo com áreas de cerrado em pequenas concentrações na forma de ilhas (identificadas no campo como ilhotas de murundus); 5) campo; 6) áreas de vazantes com caapões de mata; 7) áreas ocupadas por vegetação aquática/arbustiva. Todos os nomes regionais foram posteriormente associados a uma legenda final, que consta no mapa elaborado na escala de 1:50.000, na qual se adotou o sistema fisionômico-ecológico para classificação da vegetação, proposto por Brasil (1980) e atualizado por Veloso et al. (1991) e IBGE (1992).

Eiten (1983) cita que o estrato arbóreo de cerradão possui alturas predominantemente em torno de 7 m, com ocorrência de árvores de até 16 m, sendo a cobertura deste dossel (estrato superior) de até 30%. Quando o dossel arbóreo, de 7 m ou mais, é fechado, o sub-bosque pode ser fechado ou não. Ribeiro et al. (1983) consideram que a altura média do estrato arbóreo, no cerradão, é de 8-15 m, com dossel predominantemente contínuo e cobertura arbórea que pode oscilar de 70 a 100%, proporcionando condições de luminosidade que favorecem a formação de estratos arbustivo e herbáceo diferenciados. Segundo o Instituto Brasileiro de Desenvolvimento Florestal (1984), os indivíduos do estrato superior de um cerradão possuem fustes linheiros sustentando pequenas copas que não se tocam, concorrendo na constituição de uma abóbada foliar relativamente aberta.

Neste trabalho, a fitofisionomia cerradão corresponde às áreas onde a cobertura arbórea responde por 70 a 100% e a altura média das árvores varia entre 8 e 15 m. Além disso, identificaram-se espécies características dessa fitofisionomia, segundo Ratter et al. (1988) e Pott & Pott (1994).

A fitofisionomia cerrado, neste trabalho, corresponde às áreas onde a cobertura arbórea é menor que 70%, a altura máxima das árvores atinge 12 m, e onde identificaram-se espécies características, segundo Ratter et al. (1988) e Pott & Pott (1994).

Os resultados especializados obtidos neste estudo foram armazenados em SGI.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A composição florística das fitofisionomias arbóreas observadas nas 12 parcelas amostradas em campo, com seus respectivos nomes científicos e populares, pode ser observada na Tabela 1.

TABELA 1. Composição florística das parcelas amostradas na sub-região da Nhecolândia, Pantanal.

Fitofisionomia arbórea	Coordenadas das parcelas		Espécies identificadas
	S	W	
Cerradão	18°55'38"	56°35'36"	<i>Acrocomia aculeata</i> (Jacq.) Lodd., bocaiúva
	18°56'09"	56°36'12"	<i>Agonandra brasiliensis</i> Miers, tinge-cuia
	19°00'50"	56°38'55"	<i>Alchornea discolor</i> Poepp., uva-braba
	19°03'28"	56°41'27"	<i>Alibertia sessilis</i> (Vell.) Schum., marmelada
	19°05'14"	56°43'42"	<i>Aspidosperma tomentosum</i> Mart., peroba
			<i>Astronium fraxinifolium</i> Schott, gonçalo
			<i>Bowdichia virgilioides</i> H.B.K., sucupira-preta
			<i>Buchenavia tomentosa</i> Eichl., tarumarana
			<i>Byrsonima coccolobifolia</i> (L.) H.B.K., sumanera
			<i>Caryocar brasiliense</i> Camb., pequi
			<i>Casearia decandra</i> Jacq., pururuca
			<i>Copaifera martii</i> Hayne, guaranazinho
			<i>Cordia glabrata</i> (Mart.) A. DC., louro
			<i>Curatella americana</i> , lixeira
			<i>Diospyrus hispida</i> DC., fruta de boi
			<i>Dipteryx alata</i> Vog., cumbaru
			<i>Eugenia aurata</i> Berg
			<i>Fagara hassleriana</i> Chod., maminha
			<i>Hymenaea stigonocarpa</i> (Mart.) Hayne, jatobá
			<i>Luehea paniculata</i> Mart., açoita-cavalo
		<i>Magonia pubescens</i> St. Hil., timbó	
		<i>Mouriri elliptica</i> Mart., coroa-de-frade	
		<i>Ocotea suaveolens</i> Hassl., canela	
		<i>Protium heptaphyllum</i> (Aubl.) March., almécega	
		<i>Rourea induta</i> Planch., conta	
		<i>Sclerobium aureum</i> (Tul.) Benth., pau-bosta	
		<i>Swartzia jorori</i> Harms, justa-counta	
		<i>Tabebuia aurea</i> (Manso) B. et H. paratudo	
		<i>Tocoyena formosa</i> (Cham. Et Schl.) Schum., olho-de-boi	
		<i>Vatairea macrocarpa</i> (Benth.) Ducke, angelim	
Cerrado denso	18°56'16"	56°31'49"	<i>Alibertia sessilis</i> (Vell.) Schum., marmelada-preta
	19°00'54"	56°36'46"	<i>Andira cuyabensis</i> Benth., morcego
	19°03'26"	56°40'33"	<i>Byrsonima orbignyana</i> A. Juss., canjiqueira
			<i>Casearia sylvestris</i> Sw., chá-de-frade
			<i>Hymenaea stigonocarpa</i> (Mart.) Hayne, jatobá
			<i>Caryocar brasiliense</i> Camb., pequi
			<i>Curatella americana</i> L., lixeira
			<i>Fagara hassleriana</i> Chod., maminha
			<i>Mouriri elliptica</i> Mart., coroa-de-frade
			<i>Sapium haematospermum</i> M. Arg., mutuqueira
		<i>Sclerobium aureum</i> (Tul.) Benth., pau-bosta	
		<i>Simarouba versicolor</i> St. Hil., perdiz	
		<i>Tabebuia aurea</i> (Manso) B. et H., paratudo	
		<i>Tocoyena formosa</i> (Cham. Et Schl.) Schum., olho-de-boi	

(Continua...)

TABELA 1. Continuação.

Fitofisionomia arbórea	Coordenadas das parcelas		Espécies identificadas
	S	W	
Cerrado aberto	19°02'56"	56°39'23"	<i>Byrsonima coccolobifolia</i> (L.) H.B.K., sumanera
	19°06'06"	56°43'03"	<i>Byrsonima orbignyana</i> A. Juss., canjiqueira
			<i>Hymenaea stigonocarpa</i> (Mart.) Hayne, jatobá
			<i>Caryocar brasiliense</i> Camb., pequi
			<i>Curatella americana</i> L., lixeira
			<i>Mouriri elliptica</i> Mart., coroa-de-frade
			<i>Pouteria ramiflora</i> (Mart.) Radlk., fruta-de-veado
			<i>Tabebuia ochracea</i> (Cham.) Stand., piúva-do-cerrado
			<i>Tabebuia roseo-alba</i> (Rid.) Sandw., piuchinga
			<i>Vatairea macrocarpa</i> (Benth.) Ducke, angelim
Cerrado com murundu	18°58'46"	56°33'14"	<i>Alchornea discolor</i> Poepp., uva-braba
	18°57'01"	56°33'15"	<i>Annona dioica</i> St. Hil., ata-do-campo
			<i>Buchenavia tomentosa</i> Eichl., tarumarana
			<i>Eugenia aurata</i> Berg
			<i>Gomidesia palustris</i> (DC.) Kausel, balsemim
			<i>Lafoensia pacari</i> St. Hil., mangava-brava
			<i>Ocotea suaveolens</i> Hassl., canela
			<i>Protium heptaphyllum</i> (Aubl.) March., almécega
			<i>Pouteria ramiflora</i> (Mart.) Radlk., fruta-de-veado
			<i>Qualea parviflora</i> Mart., pau-terra
			<i>Rourea induta</i> Planch., conta
			<i>Stryphnodendron obovatum</i> Benth., barbatimão
			<i>Vochysia cinnamomea</i> Pohl, quina-doce

Verifica-se a identificação de 30 espécies de Cerradão (savana florestada), 14 espécies de Cerrado denso (savana arborizada), 10 espécies de Cerrado aberto (savana arborizada + savana gramíneo-lenhosa) e 13 espécies de Cerrado com murundu (savana gramíneo-lenhosa + savana arborizada). As espécies, em sua maioria, são coincidentes com aquelas encontradas por Ratter et al. (1988) e Pott & Pott (1994). Observa-se, também, que algumas espécies se repetem nas diferentes fitofisionomias.

Das 12 parcelas amostradas em campo, foram elaborados diagramas de perfil vertical e projeção das copas da vegetação arbórea (cerradão, cerrado denso, cerrado aberto e cerrado com murundu) encontradas na região de estudo.

Em função das diferenças observadas na densidade e na distribuição espacial da vegetação no terreno, o Cerrado foi separado em: cerrado ou

cerrado denso, cerrado aberto e cerrado com murundu.

Apoiada nas verificações de campo e na capacidade de discriminação da vegetação, alcançada a partir de interpretação visual da imagem de satélite, elaborou-se a carta de vegetação na escala de 1:50.000. A fim de facilitar a compreensão das informações pelos usuários, adotou-se a legenda convencional do Sistema Fitogeográfico Brasileiro e, entre parêntesis, o nome conhecido regionalmente dos diferentes tipos de vegetação. Na distribuição espacial das classes de vegetação mapeadas, consta mais um tema referente aos corpos d'água. O armazenamento, em SGI, dos dados do mapa da vegetação possibilitou a quantificação dos temas (Tabela 2), e a impressão da carta.

Observa-se, na Tabela 2, que as savanas gramíneo-lenhosa 1 e 2 representam 56,1% da área mapeada. Considerando que a economia do Pantanal

é baseada na pecuária bovina extensiva, a pastagem nativa torna-se a principal fonte de alimentação do rebanho. Portanto, a espacialização e a quantificação dessa áreas é um subsídio importante para tomada de decisões pelos pecuaristas. De maneira geral, as áreas utilizadas pelo rebanho bovino para sua alimentação, bem como por vários herbívoros do Pantanal, é, em ordem decrescente, o Campo, o Campo cerrado, o Cerrado e o Cerradão. Dado que todas as fitofisionomias, com exceção do Cerradão, possuem estrato herbáceo, a área de maior utilização para pastejo sobe para 75,36%. Por outro lado, os 17,91% de Cerradão, por sua posição topográfica nas cordilheiras, têm sua função igualmente primordial dentro do ecossistema, servindo de habitat e refúgio para diversos animais silvestres e, principalmente, de refúgio para o gado na época cheia, pois essas áreas raramente são inundadas.

Apesar de a região ser alagada anualmente, há períodos em que a escassez de água é intensa. Em várias fazendas existe, inclusive, pilhetas para dessedentação do rebanho. Esse fato torna importante a identificação e quantificação dos corpos d'água, que neste caso totalizou 6,73% da área, compostas por baías (água doce) e algumas salinas (água salobra).

Ressalta-se que, na época da cheia há uma perda sensível das áreas de pastagem nativa para o rebanho. Nesta época, o produtor é obrigado a fazer um remanejamento do gado para outras invernadas (divisões internas da fazenda), ou, ainda, para outra propriedade, que pode ser própria ou arrendada. O conhecimento, então, dessas áreas de Cerradão ou Cerrado, dispostas em cordilheiras, caapões ou ilhotas mais elevadas que o campo, vem contribuir para uma melhor divisão de invernadas, considerando

TABELA 2. Legenda final da vegetação da área de estudo (parte da sub-região da Nhecolândia, Pantanal), área e percentual por fitofisionomia.

Nomes regionais das fitofisionomias observadas em campo	Temas da legenda do mapa final Sistema Fitogeográfico Brasileiro	Área	
		(km ²)	(%)
Mata, mata com acuri, cerradão, cerradão com acuri e babaçual	Savana florestada = Sd	149	17,91
Cerrado denso	Savana arborizada = Sa	18	2,16
Cerrado aberto	Savana arborizada + Savana gramíneo-lenhosa = Sa + Sg	74	8,89
Cerrado com murundu e cerrado aberto	Savana gramíneo lenhosa + Savana arborizada = Sg + Sa	41	4,93
Campo sujo, campo limpo e vazantes	Savana gramíneo-lenhosa 1 = Sg	440	52,88
Vegetação aquática/arbustiva em corixos, vazantes e entorno de baías	Savana gramíneo-lenhosa 2 = Sg	26	3,13
Vazantes com caapões de mata	Savana gramíneo-lenhosa + Savana florestada = Sg + Sd	28	3,37
Total das fitofisionomias		776	93,27
Corpos d'água	Corpos d'água	56	6,73
Total dos temas		832	100,00

áreas com água, pasto e refúgio para o gado e propiciando alternativas de manejo e, conseqüentemente, melhor rentabilidade.

As sete classes fitofisionômicas mapeadas são descritas a seguir. As descrições foram adaptadas de Veloso et al. (1991) e acrescidas pelos resultados deste estudo. A formação mapeada é determinada pela predominância da vegetação existente. O mesmo critério aplica-se às formações compostas, admitindo-se que a primeira formação é a dominante, como por exemplo, savana arborizada + savana gramíneo-lenhosa.

Savana florestada (cerradão, mata e babaçual)

Formação com fisionomia florestal, ocorrendo em terreno não inundável e clima tropical eminentemente estacional. Apresenta sinúrias lenhosas de micro e nanofanerófitos tortuosos, com circunferência raramente ultrapassando 1 m, com ramificação irregular, providos de macrófitos esclerófitos perenes ou semidecíduos, ritidoma esfoliado corticoso rígido ou córtex maciamente suberoso, com órgãos de reserva subterrâneos ou xilópode. Não apresenta sinúria nítida de caméfitos, mas relvado hemicriptofítico, de permeio com plantas lenhosas raquíticas e palmeiras. As árvores apresentam-se dispostas de maneira mais ou menos ordenada, com copas irregulares, podendo se tocar. A composição florística é heterogênea, como consta na Tabela 1.

As áreas de savana florestada foram diferenciadas na imagem em função de sua coloração, verde-escura, em grande parte com formas alongadas e contornando baías e salinas, dispostas no sentido do fluxo das vazantes. Localizam-se nas cordilheiras e caapões, os quais possuem uma elevação em relação ao terreno entre 1 e 2 metros.

Na área de estudo, a fitofisionomia Cerradão (Fig. 2) nem sempre apresentou uma estratificação nítida. Observou-se, em quatro das cinco parcelas levantadas na área de estudo, que houve uma concentração de árvores mais altas, com alturas em torno de 13 m, e árvores de porte médio com cerca de 7 m. Na outra parcela observaram-se árvores que variavam entre 3 e 10 m de altura, sem caracterizar estratos diferenciados. Nas parcelas em que se caracterizaram dois estratos distintos, o superior alcançou altura máxima de 16 m, com presença de

Tabebuia aurea, *Cordia glabrata*, *Luehea paniculata*, *Caryocar brasiliense*, *Hymenaea stigonocarpa*, *Dipteryx alata*, *Buchenavia tomentosa* e *Ocotea suaveolens*. Formando um estrato médio, árvores alcançaram o máximo de 8 m, ocorrendo *Casearia decandra*, *Cordia glabrata*, *Aspidosperma tomentosum*, *Protium heptaphyllum*, *Caryocar brasiliense*, *Ocotea suaveolens*, *Astronium fraxinifolium*, *Magonia pubescens*, *Tabebuia aurea* e *Dipteryx alata*. Os indivíduos observados nesta fitofisionomia apresentaram DAP médio de 18,4 cm e densidade média de 1.320 árvores/ha.

Observou-se a ocorrência de manchas de floresta estacional semidecidual, com ou sem presença de acuri (*Schellea phalerata*), junto às áreas de cerradão, e também regiões de transição entre essas fitofisionomias, principalmente nas cordilheiras próximas às salinas e nos caapões de mata. No entanto, pelas limitações do produto utilizado no trabalho, não foi possível o mapeamento desses tipos de vegetação. As informações obtidas na imagem foram iguais para as áreas de savana florestada, com ou sem floresta estacional semidecidual. *Anadenanthera colubrina* var. *cebil*, *Tabebuia impetiginosa*, *Astronium fraxinifolium*, *Trichilia elegans*, *Protium heptaphyllum*, *Fagara hassleriana* e *Vitex cymosa* são as principais espécies de floresta estacional semidecidual.

Áreas ocupadas por babaçu (*Orbignya oleifera*), localizadas nas proximidades da Fazenda Porto Alegre e Campo Dora, foram incluídas também na classe Cerradão, por causa da impossibilidade de separação deste tipo de vegetação na imagem, pois ambos se apresentam com a mesma resposta.

Savana arborizada (Cerrado ou Cerrado denso)

Formação natural que se caracteriza por apresentar fisionomia nanofanerofítica rala e hemicriptofítica graminóide contínua, sujeita ao fogo. Estas sinúrias dominantes formam fisionomia menos densa em terrenos parcialmente alagáveis. A composição florística, apesar de semelhante à da savana florestada, possui espécies dominantes que caracterizam os ambientes de acordo com o espaço geográfico ocupado. É representada por árvores baixas, de fustes finos e tortuosos, entremeadas de arbustos. Espécies características de savana arborizada são encontradas na Tabela 1.

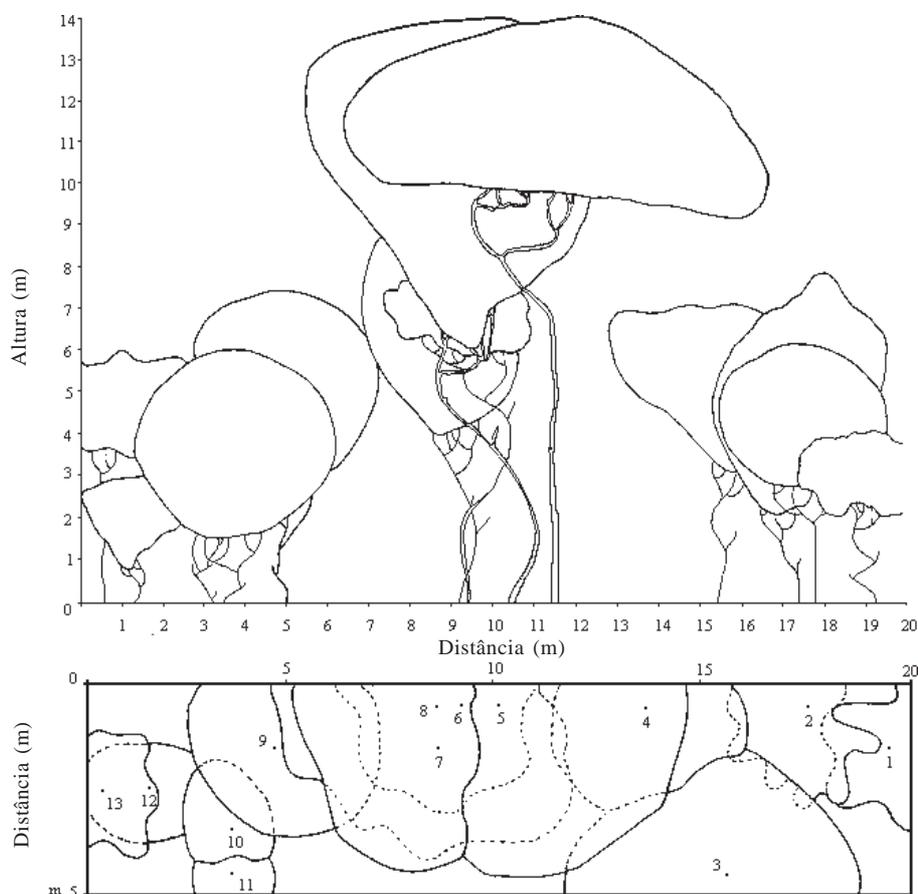


FIG. 2. Diagrama de perfil vertical e projeção das copas de cerrado (18°55'38"S, 56°35'36"W). Espécies observadas: *Acrocomia aculeata* (Jacq.) Lodd. (2), *Casearia decandra* Jacq. (4 e 7), *Cordia glabrata* (Mart.) A. DC. (3, 5, 9, 10, 11, 12 e 13), *Luehea paniculata* Mart. (6), *Rourea induta* Planch. (1).

As áreas de savana arborizada foram identificadas na imagem por apresentarem uma coloração verde-escura, com nuances de marrom, muitas vezes ocupando regiões em alternância com savana florestada.

No Cerrado denso (Fig. 3), as árvores alcançaram altura máxima de 12 m, com um estrato superior, nas três parcelas levantadas, representado por *Hymenaea stigonocarpa*, *Tabebuia aurea* e *Caryocar brasiliense*. Um estrato médio foi observado com altura máxima de 7 m, representado por *Sapium haemospermum*, *Tabebuia aurea*, *Curatella americana* e *Sclerolobium aureum*. Os

indivíduos observados nesta fitofisionomia apresentaram DAP médio de 17,4 cm e densidade média de 1.033 árvores/ha.

Savana arborizada + savana gramíneo-lenhosa (Cerrado aberto ou Campo cerrado)

Nesta fisionomia, intermediária ou transicional entre Cerrado e campo, ocorrem árvores de 3 a 7 m de altura, algumas atingindo 10 m, e arbustos em moitas (*Annona dioica*, *Duguetia furfuracea*). Em geral, são espécies pioneiras, também ocorrentes no Cerrado. As espécies observadas em campo constam na Tabela 1.

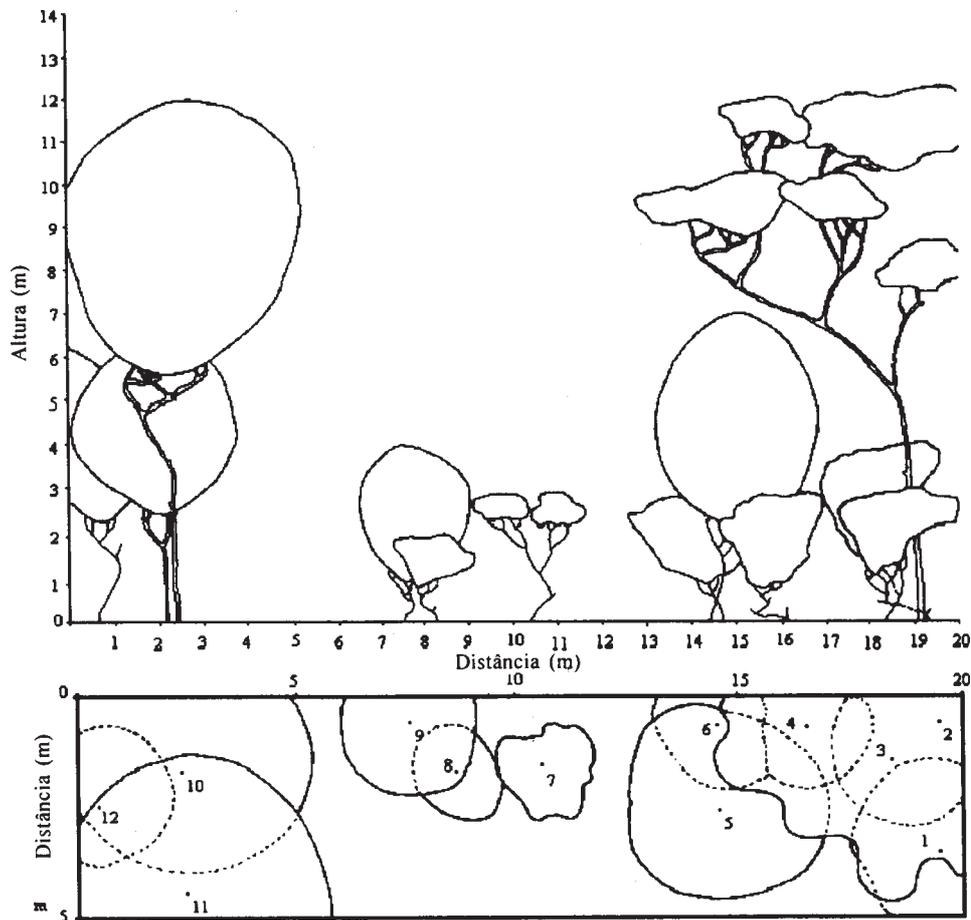


FIG. 3. Diagrama de perfil vertical e projeção das copas de cerrado denso (18°56'16"S, 56°31'49"W). Espécies observadas: *Byrsonima orbignyana* A. Juss. (7), *Casearia sylvestris* Sw. (1, 3, 4 e 6), *Caryocar brasiliense* Camb. (2), *Curatella americana* L. (8, 9 e 12), *Sapium haematospermum* M. Arg. (5), *Tabebuia aurea* (Manso) B.et H. (10).

Esta fitofisionomia pode ser diferenciada na imagem por apresentar uma textura granulada de coloração verde e bege, indicando a presença de espaços ocupados por campo dentro das áreas de Cerrado.

No Cerrado aberto (Fig. 4), as árvores alcançaram altura máxima de 10 m nas duas parcelas trabalhadas, e foram identificadas como *Hymenaea stigonocarpa*, *Vatairea macrocarpa* e *Caryocar brasiliense*. Nesta fitofisionomia, as árvores atingiram predominantemente alturas entre 4 e 7 m, sendo identificadas as espécies *Byrsonima orbignyana*, *Mouriri elliptica*,

Curatella americana, *Pouteria ramiflora* e *Tabebuia roseo-alba*. Os indivíduos apresentaram DAP médio de 12,4 cm e densidade média de 900 árvores/ha.

Nesta fitofisionomia observaram-se áreas de Cerrado aberto, que visualmente indicavam uma densidade arbórea menor do que a média de 900 árvores/ha encontrada nesta classe. A densidade arbórea dessas áreas assemelha-se mais à densidade do cerrado com murundu; além disso, observou-se uma dominância do estrato herbáceo, semelhante ao que ocorre na referida classe. Apesar de a distribuição es-

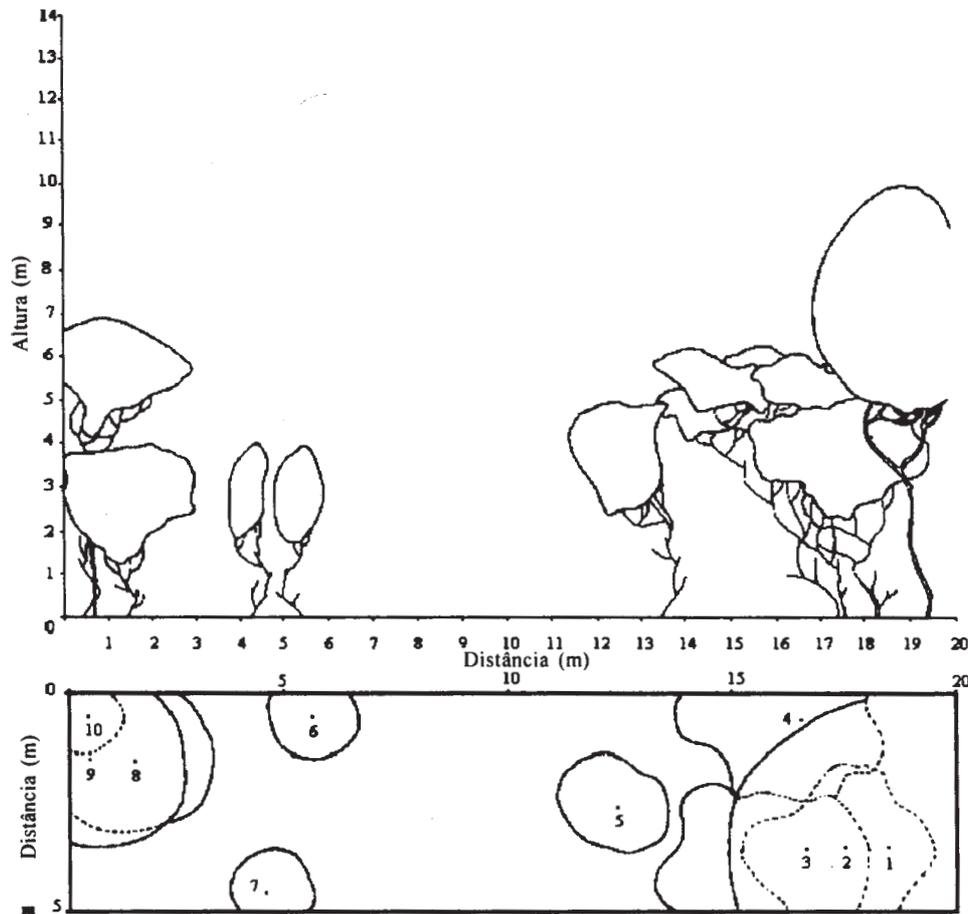


FIG. 4. Diagrama de perfil vertical e projeção das copas de cerrado aberto (19°02'56"S, 56°39' 23"W). Espécies observadas: *Byrsonima coccolobifolia* (L.) H.B.K. (4), *Caryocar brasiliense* Camb. (9), *Mouriri elliptica* Mart. (5 e 6), *Pouteria ramiflora* (Mart.) Radlk. (2 e 3), *Tabebuia ochracea* (Cham.) Stand. (10), *Tabebuia roseo-alba* (Rid.) Sandw. (7 e 8), *Vatairea macrocarpa* (Benth.) Ducke (1).

pacial das árvores ocorrer de forma homogênea, não em ilhas, essas áreas permaneceram na classe savana gramíneo-lenhosa + savana arborizada. A separação na imagem foi possível por causa da coloração.

Savana gramíneo-lenhosa + savana arborizada (campo com manchas de Cerrado (murundu) e Cerrado aberto)

Nesta formação, as espécies lenhosas são também coincidentes com as da savana arborizada. Nas áreas ocupadas por Cerrado com murundu, são encontradas espécies arbóreas dispostas em ilhotas mais eleva-

das que as áreas ocupadas por estrato graminóide. Nesta fitofisionomia, o estrato herbáceo é mais expressivo que nas outras formações. Incluem-se, também, áreas de Cerrado aberto com densidade arbórea semelhante à do cerrado com murundu. As principais espécies constam na Tabela 1.

Estas áreas foram diferenciadas na imagem por apresentarem uma coloração marrom-clara, com pequenas manchas amareladas.

No Cerrado com murundu (Fig. 5), nas duas parcelas exemplificadas, as árvores alcançaram altura máxima de 8 m, sendo observada a presença

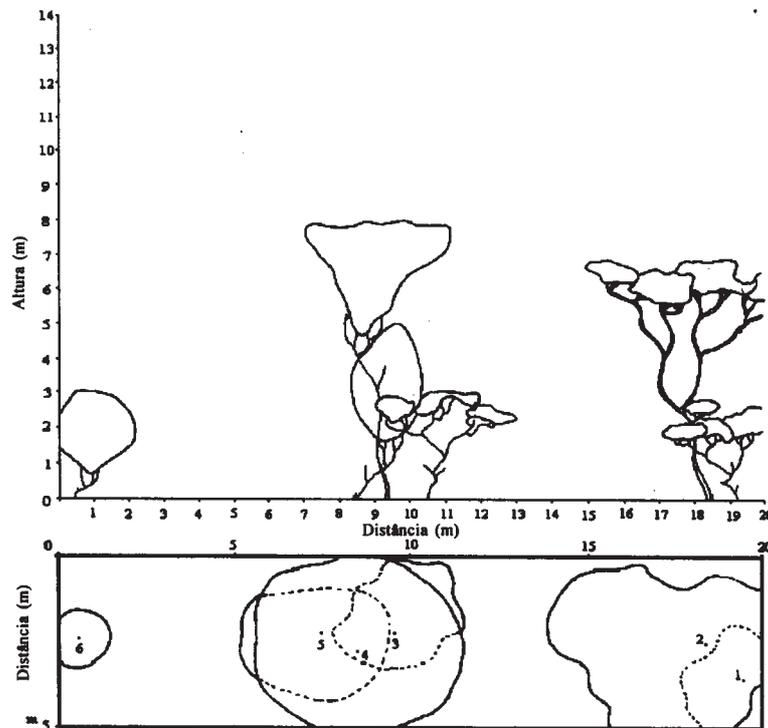


FIG. 5. Diagrama de perfil vertical e projeção das copas de cerrado com murundu (18°57'01"S, 56°3'135"W). Espécies observadas: *Annona dioica* St. Hil. (1 e 3), *Lafoensia pacari* St. Hil. (6), *Pouteria ramiflora* (Mart.) Radlk. (5), *Stryphnodendron obovatum* Benth. (2), *Vochysia cinnamomea* Pohl (4).

de *Buchenavia tomentosa*, *Stryphnodendron obovatum* e *Vochysia cinnamomea*. O estrato arbóreo predominou com alturas em torno de 5 m, representado por *Ocotea suaveolens*, *Pouteria ramiflora*, *Qualea parviflora* e *Rourea induta*. Os indivíduos apresentaram DAP médio de 8,8 cm e densidade média de 850 árvores/ha.

Savana gramíneo-lenhosa 1 (campo sujo, campo limpo e vazantes)

Prevalecem nesta formação os gramados, que ocupam extensas áreas alagáveis dominadas por hemicroptófitos, entremeados por subarbustos e geófitos, que apresentam caules subterrâneos (xilopódios), resistentes ao pisoteio do gado e ao fogo. A composição florística é bastante diversificada, sendo *Byrsonima orbignyana* (Malpighiaceae, canjiqueira) a planta lenhosa mais representativa e

que, em décadas passadas, foi derrubada, agora retornando. As principais herbáceas são plantas graminóides (Gramineae), *Axonopus purpusii* (mimoso), *Elyonurus muticus* (capim-carona) *Mesosetum* spp. (capim-do-cerrado), *Paspalum* spp., *Panicum* spp., além de muitas nanofanerófitas raquíticas das famílias Compositae, Melastoma-taceae e Malvaceae, de menor expressão fisionômica.

As regiões ocupadas por esta fitofisionomia foram diferenciadas em função de sua coloração rosada.

Savana gramíneo-lenhosa 2 (vegetação aquática/arbustiva)

A vegetação aquática é muito variável entre lagoas e muito dinâmica entre épocas. Geralmente tem distribuição concêntrica nas lagoas, com plantas emergentes (*Pontederia cordata* var. *lancifolia* e

Eleocharis interstincta) e na água rasa, passando a flutuantes (*Oxycaryum cubense*, *Eichhornia azurea*, *Nymphaea amazonum*, *Hydrocleys nymphoides*, *Salvinia auriculata*) e submersas (*Cabomba piauhyensis*, *Egeria najas* e *Utricularia* spp.) no interior do corpo d'água. As bordas, e mesmo o leito das lagoas, quando secam, são invadidas por arbustos (*Mimosa* spp., *Senna* spp.).

Este tema se apresentou na imagem com coloração verde-clara, acompanhando o entorno de baías e áreas de corixos e vazantes.

Savana gramíneo-lenhosa + savana florestada (vazante com caapões de mata semidecídua)

É uma faixa de drenagem ampla, geralmente sem canal definido, de fluxo estacional, com lagoas remanescentes na seca. Apresenta vegetação herbácea de gramíneas (*Andropogon hypogynus*, *Reimarochloa brasiliensis*) e ciperáceas, com fase de plantas aquáticas na estação chuvosa, margeada descontinuaemente por espécies de mata de galeria (*Licania parvifolia*). Nesta fitofisionomia pode haver numerosos caapões dispersos de mata semidecídua (*Tabebuia* spp., *Scheelea*), não inundável.

Esta fitofisionomia foi diferenciada em função de apresentar coloração marrom-clara, com pequenas manchas verde-escuras, que representam os caapões existentes na região.

Os resultados espacializados de forma reduzida e apresentados na Fig. 6 foram elaborados originalmente da carta de vegetação na escala de 1:50.000. Cópias da mesma podem ser obtidas a partir de arquivos na Embrapa-CPAP e no INPE-DSR.

Quanto ao mapeamento da área de estudo existem basicamente dois produtos. O primeiro foi elaborado pelo RADAMBRASIL (Brasil, 1982b), na escala de 1:1.000.000, mapeando-se três fitofisionomias: 1) Savana parque sem floresta de galeria (Sps); 2) Savana arbórea densa (Sd); 3) Savana gramíneo-lenhosa sem floresta de galeria (Sgs). O segundo foi elaborado por Mato Grosso do Sul (1989) na escala de 1:250.000, mapeando-se também três fitofisionomias, porém compostas de três formações:

1) Savana parque sem floresta de galeria + savana arbórea densa + savana gramíneo-lenhosa sem floresta de galeria (Sps+Sd+Sgs); 2) Savana arbórea densa + savana gramíneo-lenhosa sem floresta de galeria + savana parque sem floresta de galeria (Sd+Sgs+Sps); 3) Savana gramíneo-lenhosa sem floresta de galeria + savana arbórea densa + savana parque sem floresta de galeria (Sgs+Sd+Sps).

Nesses estudos só foi possível a discriminação de três fitofisionomias da área analisada, enquanto no presente estudo foi possível a discriminação de sete fitofisionomias, resultado que pode ser atribuído ao bom controle de campo e à escala utilizada. Brasil (1982b) identificou: uma mancha de savana parque localizada a noroeste da área de estudo, acima do rio Capivari, correspondendo parcialmente à classe Savana florestada do estudo atual; duas grandes manchas de savana arbórea densa, que cortam a área de estudo na diagonal nordeste-sudoeste, correspondendo parcialmente às classes Savana florestada, Savana arborizada, Savana gramíneo-lenhosa 1, Savana gramíneo-lenhosa 2 e Savana gramíneo-lenhosa + Savana florestada; no entorno dessas manchas, grandes áreas ocupadas por Savana gramíneo-lenhosa, correspondendo parcialmente a todas as classes do estudo atual, com exceção da classe Savana gramíneo-lenhosa + Savana florestada.

Quanto à localização, as classes fitofisionômicas mapeadas por Mato Grosso do Sul (1989) são bastante semelhantes. Isto posto, pode-se associá-las às classes fitofisionômicas mapeadas por Brasil (1982b). Assim sendo, utilizou-se a mesma analogia efetuada acima para obter a correspondência entre as classes mapeadas no estudo atual.

Convém salientar que o Pantanal é uma região muito complexa em diversidade de tipo de vegetação. Pequenas variações no terreno, podendo ser de centímetros na altitude e de metros no sentido horizontal, ocasionam variações significativas na vegetação. Da margem de uma baía ao topo de uma cordilheira, é possível encontrar campo, campo cerrado, cerrado e cerradão, num espaço aproximadamente de 250 metros e altitude entre 0 a 2 m. Esta

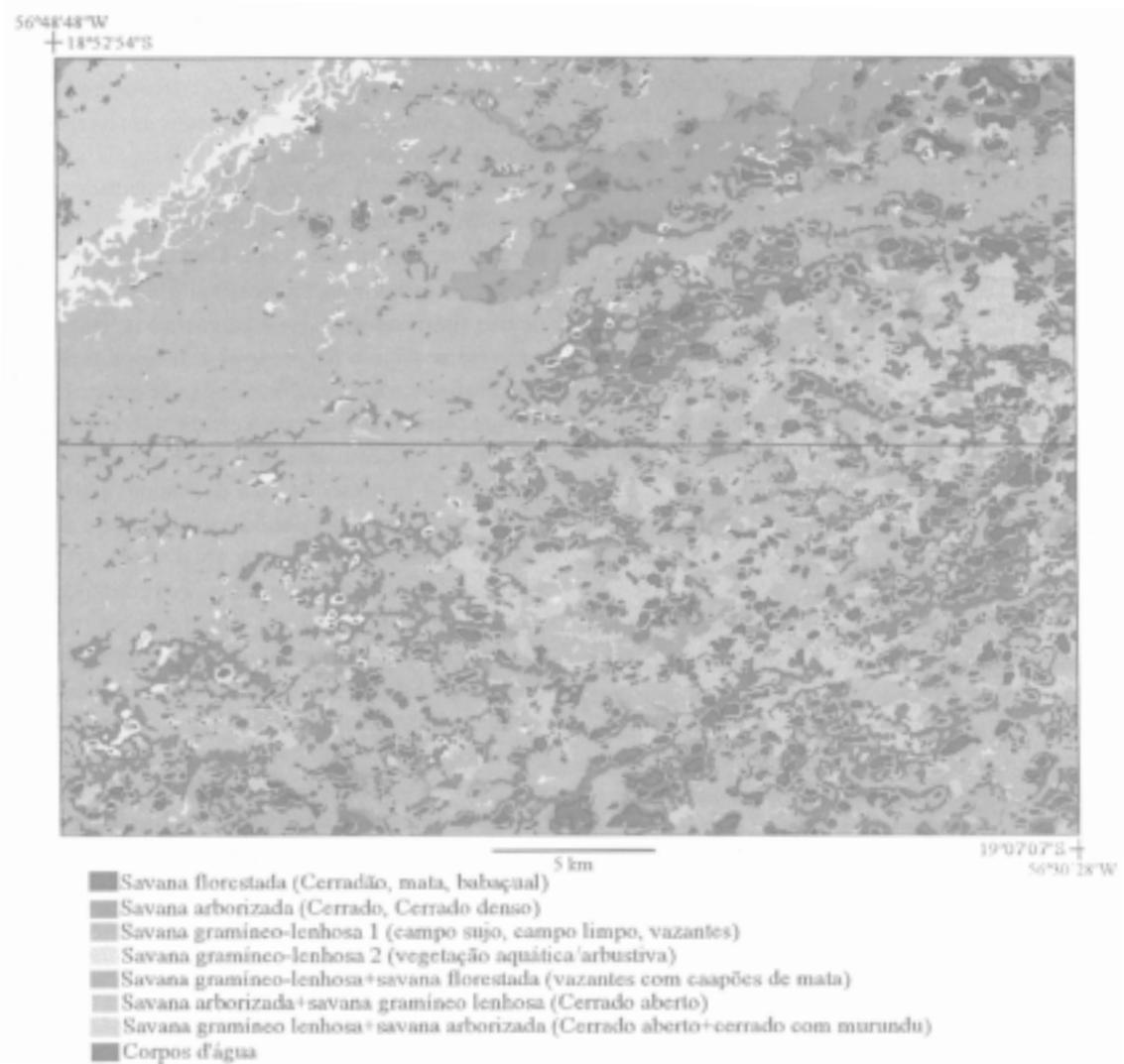


FIG. 6. Distribuição espacial das classes de vegetação mapeadas em parte da sub-região da Nhecolândia, Pantanal.

complexidade dificulta a discriminação e espacialização da vegetação, exigindo cada vez sensores mais poderosos.

CONCLUSÕES

1. Várias espécies são encontradas de forma repetitiva nas diferentes fitofisionomias arbóreas analisadas.

2. Apenas a composição florística não permite separar e caracterizar as fitofisionomias do Pantanal.

3. Os dados estruturais da vegetação são decisivos para identificação, separação e caracterização das fitofisionomias do Pantanal.

4. O produto utilizado neste trabalho, imagem analógica na escala de 1:50.000, fornece importantes subsídios para o mapeamento da vegetação e o manejo da vida silvestre, bem como das grandes propriedades rurais.

5. A delimitação das classes fitofisionômicas diferenciadas neste trabalho possibilita a identificação

de regiões que possuem, ao mesmo tempo, áreas para alimentação do rebanho, água e refúgio para o gado.

6. As informações nas imagens são iguais tanto para áreas misturadas (Cerradão com floresta) como para áreas com espécies somente de savana (Cerrado).

7. Esta metodologia pode ser aplicada às sub-regiões da Nhecolândia e do Paiaguás, onde são encontradas fitofisionomias semelhantes às da área de estudo.

REFERÊNCIAS

- ADÂMOLI, J. O Pantanal e suas relações fitogeográficas com os cerrados; discussão sobre o conceito "Complexo do Pantanal". In: CONGRESSO NACIONAL DE BOTÂNICA, 32., Teresina, 1981. **Anais...** Teresina: Universidade Federal do Piauí, 1982.p.109-119.
- BRASIL. Ministério das Minas e Energia. Projeto Radambrasil. **Fitogeografia brasileira**: classificação fisionômico-ecológica da vegetação neotropical. Salvador, 1980. 49p. il.
- BRASIL. Ministério das Minas e Energia. Projeto Radambrasil. **Folha SD 21 Cuiabá**: geologia, geomorfologia, pedologia, vegetação e uso potencial. Rio de Janeiro, 1982a. 360p. (Levantamento de Recursos Naturais, 26).
- BRASIL. Ministério das Minas e Energia. Projeto Radambrasil. **Folha SE. 21 Corumbá e parte da folha SE. 20**: geologia, geomorfologia, pedologia, vegetação e uso potencial da terra. Rio de Janeiro, 1982b. 448p. (Levantamento de Recursos Naturais, 27).
- BRASIL. Ministério das Minas e Energia. Projeto Radambrasil. **Folha SF.21 Campo Grande**: geologia, geomorfologia, pedologia, vegetação e uso potencial da terra. Rio de Janeiro, 1982c. 412p. (Levantamento de Recursos Naturais, 28).
- EITEN, G. **Classificação da vegetação do Brasil**. Brasília: CNPq/Coord. Editorial, 1983. 305p. il.
- EITEN, G. The Cerrado vegetation of Brazil. **Botanical Review**, v.38, n.2, p.201-341, 1972.
- IBGE. **Manual técnico da vegetação brasileira**. Rio de Janeiro, 1992. 92p.
- INSTITUTO BRASILEIRO DE DESENVOLVIMENTO FLORESTAL. Departamento de Economia Florestal. **Diagnóstico do Setor Florestal do Estado de Mato Grosso**. Brasília, 1984. 354p.
- MATO GROSSO DO SUL. Secretaria de Planejamento e Coordenação Geral. **Macrozoneamento geoambiental do Estado do Mato Grosso do Sul**. Campo Grande, 1989. 242p.
- PONZONI, F.J.; HERNANDEZ FILHO, P. A fisionomia da cobertura vegetal do Parque Nacional do Pantanal Matogrossense (PNPM) identificada através do sensor TM/LANDSAT: uma análise temporal. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 5., Natal, 1988. **Anais...** São José dos Campos: INPE, 1988, v.3, p.670-674.
- POTT, A.; POTT, V.J. **Plantas do Pantanal**. Brasília: Embrapa-SPI/CPAP, 1994. 320p. il.
- POTT, A.; SILVA, J. dos S.V. da; ABDON, M.M.; POTT, V.J.; RODRIGUES, L.M.R.; SALIS, S.M.; HATSCHBACH, G.G. Vegetação. In: BRASIL. Ministério do Meio Ambiente, dos Recursos Hídricos e da Amazônia Legal. **Plano de Conservação da Bacia do Alto Paraguai-PCBAP**: diagnóstico dos meios físico e biótico. Brasília: MA/SEMAM/PNMA, 1997. v.2, t.2, p.1-179.
- RATTER, J.A.; POTT, A.; POTT, V.J.; CUNHA, C.N. da; HARIDASAN, M. Observations on woody vegetation types in the Pantanal and at Corumbá. **Notes from Royal Botanic Garden Edinburgh**, v.45, n.3, p.503-525, 1988.
- RIBEIRO, J.F.; SANO, S.M.; MACÊDO, J.; SILVA, J. da. **Os principais tipos fitofisionômicos da região dos cerrados**. Planaltina, DF: Embrapa-CPAC, 1983. 28p. (Embrapa-CPAC. Boletim de Pesquisa, 21).
- SILVA, J.dos S.V.da; ABDON, M. de M. Delimitação do Pantanal e suas sub-regiões. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, n.esp., p.??? 1998.
- SILVA, M.P.; MAURO, R. de A. Pesquisas em recursos naturais e produção animal no CPAP-Embrapa. In: SARMIENTO, G.; CABIDO, M. (Eds.). **Biodiversidad y funcionamiento de pastizales y sabanas en América Latina**. Mérida: CYTED y CIELAT, 1996. p.203-218.
- SUPERINTENDÊNCIA DO DESENVOLVIMENTO DA REGIÃO CENTRO-OESTE. **Estudos de desenvolvimento integrado da bacia do Alto Paraguai**: Relatório da 1ª. fase, descrição física e recursos naturais. Brasília: Ministério do Interior, 1979. t.2, 235p.
- VELOSO, H.P.; RANGEL FILHO, A.L.T.; LIMA, J.C.A. **Classificação da vegetação brasileira, adaptada a um sistema universal**. Rio de Janeiro: IBGE, 1991. 124p.